

T S1/5/1

1/5/1

DIALOG(R) File 351:Derwent WPI
 (c) 2005 Thomson Derwent. All rts. reserv.

004357028

WPI Acc No: 1985-183906/198530

XRPX Acc No: N85-138089

Optical interconnection system - uses digital bus provided by boundary layer material with spaced coupling windows for switching circuit transducers

Patent Assignee: HASE K R (HASE-I)

Inventor: HASE K R

Number of Countries: 012 Number of Patents: 006

Patent Family:

Patent No	Kind	Date	Applicat No	Kind	Date	Week
WO 8503179	A	19850718	WO 85DE2	A	19850109	198530 B
DE 3400480	A	19850905	DE 3400480	A	19840109	198537
EP 168444	A	19860122	EP 85900630	A	19850109	198604
JP 61500941	W	19860508	JP 85500450	A	19850109	198625
EP 168444	B	19880713				198828
DE 3563806	G	19880818				198834

Priority Applications (No Type Date): DE 3400480 A 19840109

Cited Patents: 2.Jnl.Ref; EP 63626; JP 50088778; US 3189744; US 3401469; US 4076375; US 4307294; JP 57088778

Patent Details:

Patent No Kind Lan Pg Main IPC Filing Notes

WO 8503179 A G 46

Designated States (National): JP US

Designated States (Regional): AT BE CH DE FR GB LU NL SE

EP 168444 A G

Designated States (Regional): AT BE CH DE FR GB LI LU NL SE

EP 168444 B G

Designated States (Regional): AT BE CH DE FR GB LI LU NL SE

Abstract (Basic): WO 8503179 A

The interconnection system uses an optical bus to couple a number of switching circuits (7) arranged on a light guide plate (1). This has a boundary layer material (2) with a complex refractive index valve and spaced light coupling windows (3). Each of the switching circuits (7) has optoelectrical and electrooptical transducers (4,5) aligned with the coupling windows (3) for supplying signals to the optical bus and receiving signals from the latter.

Pref. each switching circuit has a data converter (16,19,20) converting incoming serial data into parallel form for coupling to the optical data bus and converting parallel data from the latter into serial output data.

USE - Interconnecting electronic units in data processor or microprocessor or for digital communications circuits.

2/7

Title Terms: OPTICAL; INTERCONNECT; SYSTEM; DIGITAL; BUS; BOUNDARY; LAYER; MATERIAL; SPACE; COUPLE; WINDOW; SWITCH; CIRCUIT; TRANSDUCER

Derwent Class: P81; T01; V07; W01; W02

International Patent Class (Additional): G02B-006/28; G06F-001/00; H01L-027/15; H04B-009/00; H05K-001/02

File Segment: EPI; EngPI

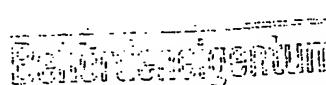
?

⑯ Aktenzeichen: P 34 00 480.7
⑯ Anmeldetag: 9. 1. 84
⑯ Offenlegungstag: 5. 9. 85

⑯ Anmelder:
Hase, Klaus-Rüdiger, Dipl.-Ing., 4350
Recklinghausen, DE

⑯ Vertreter:
Münich, W., Dipl.-Phys. Dr.rer.nat.; Neidl-Stippler,
C., Dipl.-Chem.Dr.phil.nat., Pat.-Anw.; Schiller, W.,
Dr., Rechtsanw., 8000 München

⑯ Erfinder:
gleich Anmelder



Prüfungsantrag gem. § 44 PatG ist gestellt

⑯ Optisches Bus-System (Optobus) mit planarem Lichtleiter für datenverarbeitende Systeme, insbesondere Mikrorechner

Die Erfindung hat zum Gegenstand, die Leiterplatten herkömmlicher Bauart mit ihren elektrischen Signalleitungen, insbesondere solche in Rechnersystemen, die eine Bus-Struktur besitzen, zu ersetzen durch eine transparente optische Lichtleiterplatte, deren Dicke groß sein kann in Relation zur Wellenlänge und die beidseitig mit einem Grenzschichtmaterial beschichtet ist, das eine i. a. komplexwertige Brechzahl hat.

Das Grenzschichtmaterial besitzt Aussparungen, die als Koppelfenster mittels elektro-optischer Wandler (z. B. LED, Halbleiter-Laser) und opto-elektrischer Wandler (z. B. Photodioden) eine Ein- bzw. Auskopplung der zur Nachrichtenübertragung verwendeten Lichtsignale in die Lichtleiterplatte ermöglichen.

Die Wandler (LED, PD usw.) sind Teil der Rechnerkomponenten, die in entsprechenden Gehäusen auch den integrierten Schaltkreis (Rechnerkomponenten-Chip) und Anschlüsse für die elektrische Energieversorgung beinhalten.

Die businterne Datenübertragung erfolgt in serieller Form, wobei gegebenenfalls in den Rechnerkomponenten eine Parallel-Seriell-Umsetzung vorgenommen werden muß, sofern diese die Daten parallel verarbeiten, speichern usw. Insbesondere müssen passive Bus-Teilnehmer eine Taktrückgewinnung durchführen, wenn nur ein Übertragungskanal benutzt werden soll.

DE 3400480 A1

Patentansprüche

1. Optisches Bus-System (im folgenden Optobus genannt) und entsprechend wirkende, innerhalb eines Gesamt-
5 systems arbeitende interne Nachrichten-Übertragungssysteme, unter anderen in datenverarbeitenden
10 Geräten, insbesondere in Mikrorechnern, die mittels
einer oder mehrerer Übertragungskanäle, die in den
15 Teilkomponenten (im folgenden Bus-Teilnehmer ge-
nannt) des Gesamtsystems anfallenden, gespeicherten
oder zu verarbeitenden Informationen (Daten) als
Nachrichten untereinander in einer einheitlichen
20 oder zumindest ähnlichen Form übertragen (im fol-
genden als Bus-Transferoperation bezeichnet), da-
durch gekennzeichnet, daß als Übertragungsmedium
25 eine planare oder auch gekrümmte für die zur Über-
tragung verwendete Lichtwellenlänge transparente
Scheibe (1) als Lichtleiter mit einer Dicke, die
groß sein kann in Relation zur verwendeten Licht-
30 wellenlänge eingesetzt wird und die auf den beiden
großen Außenflächen mit einem Grenzschichtmaterial
(2) mit einem beliebig komplexwertigen Brechungs-
index so beschichtet ist, daß der für die Signalüber-
tragung wesentliche Anteil der Lichtleistung im
35 Lichtleiter geführt werden kann, wobei dieses
Grenzschichtmaterial mit Koppelfenster (3) so ver-
sehen ist, daß über eine feste oder lösbare Koppel-
zwischenschicht (27) solche, mit gerichteten oder
ungerichteten optischen Sende- (4) und Empfangs-
elementen (5) ausgestattete Bus-Teilnehmer (7), die
zur Signalübertragung verwendete Lichtleistung ein-
und auskoppeln können und die solchermaßen über-
tragene Information in eine für die weitere Verar-
beitung oder Speicherung erforderlichen Form um-
setzen.

2. Optobus nach Patentanspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Informationsübertragung seriell erfolgt und die, in den inneren Komponenten (17, 18) anfallenden, zu übertragenden Daten mittels einer Parallel-Seriell-Umsetzung (16) in die zur Übertragung seriellen Form umgesetzt wird und nach der Übertragung wieder rückumgesetzt wird.

5

10 3. Optobus nach Patentanspruch 1 und/oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß zur Verbesserung des optischen Koppelgrades ein Koppelkegel (31) auf der dem Koppelfenster (3) gegenüberliegenden Seite im Lichtleiter (1) angeordnet ist.

15

20 4. Optobus nach Patentanspruch 1 und/oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß zur Verbesserung des optischen Koppelgrades für die optischen Sender und/oder Empfänger Zusatzoptiken (35, 36, 37) aus Gläsern oder anderen transparenten Stoffen mit unterschiedlichen Brechzahlen derart verwendet werden, daß eine Bündelung des aus- bzw. eingekoppelten Lichtleistungsanteils innerhalb des Hauptübertragungsraumwinkels der Lichtleiterplatte (1) erzielt wird.

25

30 5. Optobus nach Patentanspruch 4, dadurch gekennzeichnet, daß die Zusatzoptik (35, 36, 37) mit einer gekrümmten und im allgemeinen asphärischen Fläche (37) so ausgestattet ist, daß ihre Richtwirkung unabhängig von der absoluten Größe der Brechzahl des umgebenden Materials ist.

35 6. Optobus nach einem oder mehreren der vorangegangenen Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die elektrische Energieversorgung der Bus-Teilnehmer

über ein Leitersystem in Form von Leiterbahnstreifen (9) erfolgt, welches auf der Lichtleiterplatte aufgebracht ist.

5 7. Optobus nach einem oder mehreren der vorangegangenen Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die Ableitung der in den Bus-Teilnehmern anfallenden Verlustleistungs-Wärme über die, gegebenenfalls auch zur elektrischen Energieversorgung genutzten, 10 auf der Lichtleiterplatte angeordneten, Leiterbahnstreifen (Metallschichten, 9) erfolgt.

8. Optobus nach einem oder mehreren der vorangegangenen Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die 15 elektro-optischen bzw. opto-elektrischen Wandler, die als optische Sender (4) oder Empfänger (5) der Bus-Teilnehmer dienen, ganz oder teilweise in räumlicher Einheit mit den digitalen bzw. analogen Schaltkreisen auf einem ein- oder beidseitig genutzten Halbleiterplättchen (Chip, 6) aufgebaut 20 sind.

9. Optobus nach einem oder mehreren der vorangegangenen Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die Bus- 25 Teilnehmer mit einer mechanischen Halterung an der optischen Lichtleiterplatte derart versehen sind, daß sie zu jeder Zeit wieder von derselben abgenommen bzw. gegen andere Komponenten ausgetauscht werden können.

30

35

Optisches Bus-System (Optobus) mit planarem Lichtleiter
für datenverarbeitende Systeme, insbesondere Mikrorechner

Die Erfindung bezieht sich auf Informationsübertragungs-
5 kanäle in datenverarbeitenden Systemen, insbesondere auf
Mikrorechner und dabei auf die z.Z. dort üblichen parallelen
10 elektrischen Bussysteme, die die rechnerinterne
Kommunikation zwischen den aktiven Komponenten (z.B.
CPU, DMA-Controller usw.) und den passiven Komponenten
(z.B. RAM, ROM, E/A-Bausteine usw.) ermöglichen.

Mit zunehmenden Fortschritten in der Integrationstechnik
ist es zwar gelungen, ganze Rechner auf einen Halbleiter-Chip
15 zu integrieren, jedoch nehmen die Anforderungen
bezüglich Verarbeitungskapazität und Flexibilität
schneller zu als die technologischen Möglichkeiten.
Hinzu kommt, daß sich für bestimmte Komponenten (z.B.
20 Speicher) genau abgestimmte Herstellungstechniken her-
ausgebildet haben, die mit den verfügbaren technologischen
Möglichkeiten ein Maximum an Integrationsdichte
erreichen.

Dies bedeutet aber, daß auch in Zukunft Rechnersysteme
neben einem oder mehreren Prozessoren aus einer mehr
25 oder weniger großen Anzahl zusätzlicher Komponenten
bestehen werden, zwischen denen Daten in Form von Nach-
richten ausgetauscht werden müssen. Die systeminterne
Nachrichtenübermittlung geschieht bislang über elektrische
30 Verbindungsleitungen auf galvanischem Wege. Dabei
hat sich der "Bus" durchgesetzt, durch den alle am Bus-
Transfer beteiligten Hardwarekomponenten (im folgenden
Bus-Teilnehmer genannt /1/) des Gesamtsystems miteinan-
der zusammengeschaltet sind.

35 Die Busse sind heute für die meisten 8- und 16-Bit-
Mikroprozessoren als parallele Leiterbahnsysteme ausge-

legt. Dabei wird in der Regel jeder Binärstelle des Daten- und Adreß-Wortes sowie den Steuersignalen eine elektrische Leitung zugewiesen. Dies erfordert schon bei den 16-Bit-Prozessoren Gehäuse mit 64 und mehr Anschlüssen. Der dafür erforderliche elektrische Kontaktapparat muß aus naheliegenden Gründen sehr zuverlässig sein und stellt beim heutigen Stand der Integrationstechnik für die meisten Mikrorechner-Komponenten den höchsten Kostenanteil dar.

10

Man hat daher versucht, die Anzahl der Bus-Leitungen dadurch zu vermindern, daß man Datenwörter und Adreßwörter über dieselben Leitungen im Zeitmultiplex-Verfahren überträgt (Beispiele in /2/). Bei kleineren Systemen (z.B. /3/) wurde der Bus seriell ausgelegt und auf zwei Leitungen (Daten- und Takt-Leitung) reduziert. Diese Multiplex-Verfahren haben jedoch ihre Grenzen, da sie zu einer Erhöhung der Bandbreite für die Bus-Signale führen.

15

20 Mikrorechner werden heute durchweg in Leiterplattentechnik gefertigt. In Anbetracht der dadurch bedingten Topologie der Bus-Leitungen muß man, mit Rücksicht auf die Flexibilität des Gesamtsystems, Kompromisse bezüglich 25 der Gleichmäßigkeit des Wellenwiderstandes der Leitungen und damit notwendigerweise auch der wellenwiderstandsmäßigen Abschlüsse der Bus-Leitungen eingehen. Die dadurch verursachten Störungen und die Beeinflussungen durch ungenügende Abschirmung gegenüber benachbarten Leiterbahnen führen bei der Vielzahl der erforderlichen 30 Bus-Leitungen zu einer Begrenzung der nutzbaren Bandbreite und beschränken die Bus-Kanalkapazität, insbesondere von Mikrorechnern mit hoher Rechenleistung.

35

Daher sind schon vor einiger Zeit Versuche unternommen worden, die in der Weitverkehrs-Nachrichten-Übertra-

gungstechnik zwischenzeitlich so erfolgreichen optischen Übertragungsverfahren auch für Bus-Systeme von Rechnern für die hier nur kleinen und mittleren Entfernungen nutzbar zu machen (/4/).

5

Die Einführung optischer Übertragungsverfahren wird aber nur dann einen Fortschritt darstellen, wenn die Vielzahl der Bus-Leitungen auf einen Übertragungsweg reduziert werden kann; das heißt, daß das parallele Bus-Protokoll in ein (zumindest teilweise) serielles überführt werden muß. Bei den z.Z. üblichen Transfergeschwindigkeiten von 0,5...40 MByte/s ergeben sich damit, je nach Auslegung des Bus-Protokolls, Übertragungsraten zwischen 50 und ca. 600 MBit/s. Angesichts der, in der optischen Glasfaser-technik erreichten Transferraten von mehreren GBit/s, stellt dies von der Bauelemente-Seite her kein grund-sätzliches Problem dar.

20 Andererseits sind aber die bisher bekannten Ankoppel-techniken an die Übertragungsmedien, Glasfaser oder dielektrische Flächen-Wellenleiter, noch mit einem der-art hohen Aufwand verbunden, daß sie die leicht lösbar-en elektrischen Kontakte herkömmlicher Aufbauten, aus öko-nomischer Sicht, noch nicht ersetzen können. Realisie-25 rungsvorschläge optischer Busse haben sich daher bislang auf die Zusammenschaltung größerer Multi-Prozessor-Systeme beschränkt, bei denen die Entfernungen der Sub-systeme in der Größenordnung von 10 bis 100 m liegen.

30 Für die Verbindung einzelner integrierter Schaltkreise untereinander scheidet die Glasfaser als Übertragungs-medium auch praktisch deshalb aus, da die bisher bekann-ten Koppelprinzipien, wie Sternkoppler, Ringsysteme mit Repeatern oder T-Strukturen (Überblick z.B. in /6/) entweder die Anzahl der ankoppelbaren Komponenten von vornherein beschränken oder durch die Vergrößerung der

Signallaufzeiten dem Datendurchsatz und den Antwortzeiten für die aufgerufenen Komponenten enge Grenzen gesetzt sind. Ebenso erweisen sich die bisherigen Versuche, mono- oder multimodige ebene Lichtwellenleiter mit (rellem) Brechzahlsprung für schnelle Datenübertragung zu nutzen, wegen der aufwendigen Koppeltechnik (Prismenkoppler u.ä.,/5/) für den Einsatz in Mikroprozessor-Bus-Systemen als wenig geeignet.

10 Mit dieser Erfindung soll daher Abhilfe geschaffen werden, indem für die Zusammenschaltung der Rechnerkomponenten für die Informationsübertragung nur ein optischer Übertragungskanal (für beliebige Übertragungsrichtungen) und lediglich für die Zuführung elektrischer 15 Energie zwei galvanische Verbindungen benötigt werden.

(Unter Licht soll im folgenden der spektrale Bereich der elektromagnetischen Wellen verstanden werden, der in der optischen Nachrichtentechnik üblicherweise für Übertragungzwecke nutzbar gemacht wird, auch dann, wenn er sich den menschlichen Sinnesorganen entzieht.)

25 Erfindungsgemäß soll dabei die Leiterplatte herkömmlicher Bauart, mit ihren elektrischen Signalleitungen, ersetzt werden, durch eine transparente optische Lichtleiterplatte 1, entsprechend Figur 1, deren Dicke d groß sein kann in Relation zur Wellenlänge (z.B. 850nm) des zur Übertragung verwendeten Lichts. Die Lichtleiterplatte ist beidseitig mit einem Material 2 (im folgenden Grenzschichtmaterial genannt) beschichtet, das eine beliebig komplexwertige Brechzahl $n_2 = n_2(1-jk)$ (Brechungsindex) besitzt, deren Realteil n_2 vorzugsweise kleiner als die Brechzahl n_1 der Lichtleiterplatte 1 ist.

Ist der Absorptionskoeffizient k des Grenzschichtmaterials 2 groß gegenüber der reellwertigen relativen Brechzahl $n_{rel} = n_2/n_1$, so können für alle Inzidenzwinkel Lichtstrahlen in der Lichtleiterplatte geführt werden. Die Reflexionen an dem Grenzschichtmaterial sind dann zwar grundsätzlich verlustbehaftet (in Abhängigkeit von Polarisationsrichtung und Inzidenzwinkel), jedoch ist die Lichtdämpfung bei geringer Absorption des Grundmaterials der Lichtleiterplatte, geeigneter Wahl des Grenzschichtmaterials (z.B. Metalle wie Ag, Al, Cu), der Wellenlänge des verwendeten Lichts und der Dicke d der Lichtleiterplatte so gering, daß damit zumindest Leiterplatten bis zum Europakarten-Format (100 mm * 160 mm) ersetzt werden können. Je nach Parameterwahl ergibt sich damit eine, für die optische Signalimpulsenergie optimale Plattendicke zwischen 2 mm und 4 mm, die auch genügend mechanische Stabilität besitzt um auf zusätzliche Stützmechanismen zu verzichten.

Das Grenzschichtmaterial besitzt Aussparungen 3, die als Koppelfenster mittels elektro-optischer Wandler 4 (z.B. LED, Halbleiter-Laser) und opto-elektrischer Wandler 5 (z.B. Photodioden) eine Ein- bzw. Auskopplung der zur Nachrichtenübertragung verwendeten Lichtsignale in die Lichtleiterplatte ermöglichen. Diese Koppelfenster müssen so angeordnet sein, daß keine gegenseitige Abschattung eintritt, d.h. auf einer beliebig verlängerten Verbindungsleitung zwischen zwei Koppelfenster kein drittes Koppelfenster liegt, wenn gefordert wird, daß alle Bus-Teilnehmer miteinander kommunizieren sollen; dies gilt für ein oder beidseitige Koppelfensteranordnung.

Die Wandler 4,5 (LED, PD usw.) sind Teil der Rechnerkomponenten 7, die in entsprechenden Gehäusen auch den integrierten Schaltkreis 6 (Rechnerkomponenten-Chip) und Anschlüsse 8 für die elektrische Energieversorgung be-

sitzen. Die elektrische Energie kann über breite Leiterstreifen 9, die auf der Grenzschicht 2 aufgetragen sind oder Teil derselben sind, (bei Metallschichten) zugeführt werden, wobei die gegebenenfalls anfallende 5 Verlustleistungswärme auch hierüber mit abgeführt werden kann.

Wird für die Bus-Architektur eine Unterscheidung nach aktiven und passiven Teilnehmern (nach DIN 66264, /1/) 10 vorgenommen, so kann z.B. entsprechend Figur 2, ein aktiver Bus-Teilnehmer 21 neben der inneren Rechnerkomponente mit Parallelstruktur 17 (z.B. CPU) einen Parallel-Seriell-Umsetzer 16 (PSU), entsprechende Sendederverstärker 19 und Empfängerverstärker 20 mit der erforderlichen 15 Signalabtastung 11 enthalten. Zusätzlich besitzt dieser aktive Bus-Teilnehmer auch einen Taktgenerator 12 für den Übertragungstakt 24, der über einen Takteiler (Zähler) 23 mit festem Teilungsverhältnis 1/n den Prozessor-Systemtakt 14 generiert. Der Taktgenerator 12 liefert auch die Abtastintervalle für den Signalabtaster 11. Der Parallel-Seriell-Umsetzer 16 setzt die in den 20 internen Registern anfallenden parallelen Datenworte (15) in serielle Signale um bzw. übernimmt auch die Rückumsetzung nach einer Übertragung.

Bei den passiven Bus-Teilnehmern 22, von denen, im Rahmen der Adressierungsfähigkeit der aktiven Teilnehmer, beliebig viele angeschlossen werden können, und die z.B. 25 als innere Komponente einen Schreib-Lese-Speicher 18 (RAM) enthalten, werden ebenfalls jeweils ein Empfänger-Verstärker 20, ein Sende-Verstärker 19 und bei interner Parallel-Struktur, dargestellt durch den internen Parallel-Bus 15, auch ein Parallel-Seriell-Umsetzer 16 benötigt. Die Synchronität bei der Übertragung wird über 30 eine Taktrückgewinnungsschaltung 13 sichergestellt, die 35 aus dem übertragenen Signal den Systemtakt zurückge-

winnt. Der Parallel-Seriell-Umsetzer 16 enthält auch die Adreßinformation, die vor Einsatz der passiven Komponenten elektrisch oder auf andere Weise programmiert werden muß.

5

Figur 3a zeigt eine mögliche Gestaltung der optischen Koppelanordnung für eine LED 4 als optischen Sender in vergrößerter Form. Hierbei ist an das Koppelfenster 3 über eine Koppelzwischenschicht 27, die vorzugsweise aus einem transparenten Material (z.B. Kleber für feste oder Flüssigkeit für lösbare Verbindungen) mit einer Brechzahl $n_3 = n_1$, eine in ein festes transparentes Material 28 (z.B. Kunstharz) mit der Brechzahl $n_4 = n_1$ eingebettete planare Leuchtdiode so angeordnet, daß die Austrittsfläche 30 die in der aktiven Zone 29 generierten Lichtquanten in den Lichtleiter 1 eintreten läßt.

Mit der Wahl der Brechzahlen $n_1 = n_3 = n_4$ wird erreicht, daß die Ankoppelung unkritisch ist (Verkippung) und keine Transmissionsverluste an den beteiligten Grenzschichten entstehen.

Die z.Z. verfügbaren schnellen Wandler sind von ihrer physikalischen Struktur her überwiegend als ebene Strahler bzw. ebene Empfänger (Lambert-Charakteristik) mit einer kleinen aktiven Oberfläche 30 zur Anpassung an Glasfaser-Lichtwellenleiter optimiert.

Optische Sender, die sich wie Lambert-Strahler verhalten, sind aber auf die Verhältnisse der Lichtleiterplatten nicht besonders angepaßt, da der Anteil der Strahlungsleistung, der unter dem Teilraumwinkel abgestrahlt wird, der für die Signalübertragung den wesentlichsten Beitrag liefert, nur relativ klein ist, gemessen am Gesamtbetrag der abgestrahlten optischen Leistung.

Zur Verbesserung des Kopplungsgrades können an der, dem Koppelfenster 3 gegenüberliegenden Grenzschicht 2, innerhalb der Lichtleiterplatte kleine Koppelkegel 31 aus reflektierendem Material angeordnet werden, die eine Um-
5 lenkung der Lichtstrahlen in einen für die Übertragung günstigen Raumwinkelbereich ermöglichen.

Neben einem geringen Kopplungsgrad hat diese Strahlungskarakteristik außerdem zur Folge, daß bei der Viel-
10 zahl der möglichen Übertragungswege, zwischen optischem Sender und Empfänger verschiedener Bus-Teilnehmer, eine ungünstige Gewichtung der zur Gesamtstrahlungsleistung beitragenden Teilbeiträge mit großer Laufzeit entsteht und damit eine starke Verbreiterung (Dispersion) der
15 Lichtimpulsantwort im Basisband des Nutzsignals zu beobachten ist, die insbesondere bei großen Entfernungen die Übertragungsrate begrenzt.

Der Impulsverbreiterung kann entgegengewirkt werden mit
20 einer Verringerung des Reflexionskoeffizienten am Grenzschichtmaterial 2, durch die Wahl eines Materials mit schlechteren Reflexionseigenschaften. Dieses Verfahren lässt sich erfolgreich für kleinere Lichtleiterplatten (bis ca. 100 mm Kantenlänge) anwenden, bei größeren
25 Lichtleiterplatten macht sich aber die zusätzliche Dämpfung bemerkbar, die dann zu einer weiteren Verschlechterung des Kopplungsgrades bei großen Sender-Empfänger-Entfernungen führt.

30 Abhilfe kann hierbei allerdings auch eine Wölbung der Austrittsfläche 30 der Emitterdiode bringen, die außerdem noch zu einer erheblichen Steigerung des externen Quantenwirkungsgrades führen kann. Für einen Halbkugelstrahler lässt sich nach /7/ und der dort angegebenen
35 Literatur ein, im Vergleich zum ebenen Flächenstrahler, um mindestens zwanzig mal größerer Anteil der im Innern

des Diodenkristalls erzeugten Strahlungsleistung auskopeln. Wegen der unspezifischen Abstrahlrichtung ist aber auch hiermit das Problem der Impulsverbreiterung nicht gelöst.

5

Eine weitere Verbesserung kann ein gerichteter Strahler schaffen, der seine überwiegende Strahlungsleistung rotationssymmetrisch in einen engen Raumwinkelbereich abstrahlt, der der Vorzugsrichtung für die Signalübertragung entspricht. Dieser läßt sich in Anlehnung an die Weierstraß-Sphäre als Weierstraß-Torus 32 entsprechend Figur 3b aufbauen, wobei sich der Außenradius r_1 zum gedachten Innenradius r_2 wie die Brechungsindizes des Emittermaterials (für GaAlAs: $n_5 = 3,6$) zum Einbettungsmaterial ($n_4 = n_1$: 1,5...1,8 je nach Wahl) verhalten.

20

Abgesehen davon, daß sich eine dafür erforderliche asphärische Oberfläche nicht mit vertretbarem Aufwand beim derzeitigen technologischen Stand für III-V-Verbindungen herstellen ließe, so wäre die Richtwirkung des Emitters auch sehr stark von eventuellen Schwankungen der Brechzahl des Einbettungsmaterials abhängig.

25

Dieser Nachteil läßt sich umgehen, wenn ein Halbkugelstrahler 33 (Fig. 3c) oder ein Strahler verwendet wird, der nur für die interessierenden Teilraumwinkel eine dem Kugelstrahler vergleichbare Strahlungskarakteristik besitzt und damit erheblich einfacher herzustellen ist als der Weierstraß-Torus. Um nun die gleiche Strahlbündelung zu erreichen wie dieser, muß der Strahler 33, entsprechend Figur 3c, mit einer rotationssymmetrischen Optik 35, 36, 37, versehen werden, die in Anlehnung an die Konstruktionsregeln der Weierstraß'schen Kugellinsen eine abberationsfreie Abbildung eines Kreises im Innern 38 des Strahlers 33 durch die Wahl des Verhälts-

nisses der Radien der Außenkurve der Linse 35 zu einer gedachten Innenkurve 34, an die die aktive Fläche 38 des Strahlers grenzt, das identisch dem Brechzahlverhältnis n_7/n_6 der Körper 35 und 36 ist, die vorzugsweise aus 5 Glas oder Kunststoff aufgebaut werden. Wird die Außenfläche 37 des Körpers 36 so geformt, daß die Krümmungsmittelpunkte auf dem virtuellen Bild der abberationsfrei abgebildeten aktiven Strahlerzone 38 liegen, so hat die Anordnung nach Figur 3c außerdem den Vorteil, daß 10 ihre Richtwirkung unabhängig von der Bechzahl des umgebenden Materials ist, sofern dieses homogen und isotrop ist.

15 Obige Überlegungen gelten gleichermaßen für optische Empfänger, jedoch stehen hierfür auch schnelle großflächige PIN-Photodioden in Planartechnik mit genügend großem externen Quantenwirkungsgrad zur Verfügung.

20 Können gerichtete optische Sender eingesetzt werden oder stehen andere, die Richtwirkung beeinflussende Koppelhilfen, z.B. Koppelkegel (31), zur Verfügung, so kann auch ein Grenzschichtmaterial 2 mit reellwertiger Brechzahl $n_2 < n_1$ (d.h. $k=0$) Verwendung finden, wenn der durch 25 den relativen Brechzahlunterschied n_1, n_2 resultierende Grenzinzidenwinkel kleiner ist als der Hauptabstrahlwinkel des optischen Senders. Für diesen Fall ergibt sich durch die Raumwinkelselection des zu übertragenen Lichts an der Grenzschicht praktisch keine Impulsverbreiterung und keine zusätzliche Dämpfung bei großen Sender-Empfänger-Abständen, so daß die Impulsenergie nur annähernd 30 umgekehrt proportional mit der Entfernung abklingt. Man wird die Kombination, gerichteter Sender und reellwertiges Grenzschichtmaterial, vorzugsweise bei großen Lichtleiterplatten einsetzen.

Die Halbleiterplättchen (Chips) hochintegrierter Schaltkreise werden heute überwiegend in Siliziumtechnik hergestellt und nur einseitig genutzt. Bei der Anwendung in optischen Bus-Systemen bietet es sich an, die Rückseite 5 der Chips dahingehend zu nutzen, daß auf ihnen z.B. die Empfänger in Form großflächiger PIN-Photodioden aufgebaut werden. Steht auch für direkte Halbleiter (III-V-Verbindungen) die Hochintegrationstechnik zur Verfügung, so können beide opto-elektrischen Wandler (z.B. LED und 10 Photodiode) auf ein gemeinsames Halbleiterplättchen aufgebaut werden. Dabei bietet es sich an, auf der Unterseite die Wandler und die übrigen Schaltungsteile auf die, der Lichtleiterplatte abgewandten Oberseite des Chips vorzusehen.

15 Für die serielle Übertragung von Mikroprozessor-Bus-Signalen läßt sich kein allgemein gültiges Übertragungsprotokoll angeben, da auch die bisher bekannten Parallel-Busse sehr unterschiedlich aufgebaut sind und stark an 20 die jeweilige Prozessorarchitektur gebunden sind. Demnach soll das nachfolgend beschriebene serielle Bus-Protokoll, daß für eine Mikroprozessor-Bus-Familie realisiert wurde, zu denen z.B. die Prozessoren M6800, M6809 (beide von Motorola Inc., USA) und der R6502 und 25 verwandte Prozessoren (von MOS, Rockwell, GTE usw., USA) gehören, als ein mögliches Realisierungsbeispiel für serielle synchrone Mikroprozessor-Bus-Systeme angesehen werden. Asynchrone serielle Bus-Systeme lassen sich in ähnlicher Weise daraus ableiten.

30 Ausgehend von einem synchronen nichtüberlappenden Zwei-Phasen-Taktsystem 40, entsprechend Figur 4, mit den Signalen \emptyset_1 und \emptyset_2 , welches für die serielle Übertragung in 72 Teilzyklen, repräsentiert durch den PLL-Zählerstand 47, aufgeteilt wird, steht vom gemeinsamen Bezugszeitpunkt 41 ab, nach einer Verweilzeit T_{RW} das Rich-

tungssignal R/W 42 zur Verfügung, welches logisch "1" für einen nachfolgenden Lesezyklus (vom Prozessor aus gesehen) und log. "0" für einen Schreibzyklus signalisiert.

5

Nach einer Verweilzeit T_{Ad} liegt das gültige Adreßwort 43 am parallelen Adreß-Bus an, so daß, beginnend mit einem Adreß-Vorbit (AVB) 48, mit der Aussendung des seriellen Bus-Signals 46 frühestens von diesem Zeitpunkt an begonnen werden kann. Für dieses Beispiel wurde das Steuersignal R/W 49 mit in die Adreßübertragung 50 einbezogen, die mit einem Adreß-Nachbit (ANB) 51 ihren Abschluß findet und ein sogenanntes Übertragungszeitfenster belegt. Mit der Übertragung der Steuer- und Adreß-Signale sichert sich der Prozessor als aktiver Bus-Teilnehmer die Kontrolle über den Bus für den laufenden Bus-Zyklus. Die passiven Bus-Teilnehmer müssen diese Signale mit den dafür vorgesehenen Einrichtungen (5, 11, 13, 16, 20) empfangen und auswerten, wobei der angesprochene Teilnehmer sich für die nachfolgende Datenübertragung bereithalten muß.

Innerhalb der zweiten Phase des Bus-Zyklusses muß im Falle einer Schreiboperation der Prozessor nach einer 25 Verweilzeit T_{DS} das Datensignal 44 bereitstellen, welches dann in einem weiteren Übertragungszeitfenster beginnend mit einem Daten-Vorbit 52 und den Daten 53 seriell übertragen wird. Der angesprochene passive Bus-Teilnehmer muß dieses Datum empfangen und gegebenenfalls 30 wieder in eine parallele Form rückumwandeln (16) und entsprechend seiner Aufgabe speichern (RAM), weiterverarbeiten (z.B. Subprozessoren) oder an andere Betriebsmittel (E/A-Komponenten) ausgeben.

35 Im Falle einer Leseoperation muß der angesprochene passive Bus-Teilnehmer das angeforderte Datum nach einer

Zugriffszeit T_{ZP} , nach Abschluß der Adreß-Übertragung, ebenfalls beginnend mit einem Daten-Vorbit 52, das serielle Datenwort 53 an den Prozessor übertragen. Vorzugsweise wird dieser Übertragungszyklus im gleichen Zeitraum abgewickelt wie bei der Schreiboperation, was ein Mitprotokollieren durch andere Bus-Teilnehmer erleichtert.

Der Preis für die serielle Bus-Übertragung ergibt sich durch die verkürzte Zugriffszeit T_{ZP} gegenüber der des Parallel-Busses $T_{DL} = \text{Max}(T_{Ad}, T_{RW})$, die jedoch bei Erhöhung des Übertragungstaktes und entsprechend feinerer Unterteilung des Übertragungszyklusses in mehr als 72 Einheiten vergrößert werden kann. Andererseits läßt sich aber ein PSU 16 beim heutigen Stand der Technik für eine Bus-Zyklusdauer T_Z von 1000 ns und einer seriellen Übertragungsrate von 72 MBit/s mit ca. 200 TTL-Gatterfunktionen so aufbauen, daß für die internen, parallelen, passiven Teilkomponenten (z.B. RAM) eine Zugriffszeit von ca. 200 ns verbleibt. Dieser zusätzliche Aufwand für die serielle Übertragung ist gemessen an den Gatterzahlen moderner Prozessoren sehr gering.

Wird die herkömmliche parallel organisierte Bus-Treiberlogik durch entsprechende PSU-Teilsysteme 16 innerhalb der integrierten Schaltkreise ersetzt, so lassen sich durch geringfügige Modifikationen der Prozessorarchitektur insbesondere die Verweilzeiten für die Adreß- und Steuersignale so vorverlegen, daß eine wesentlich größere Zugriffszeit für die passiven Bus-Teilnehmer verbleibt.

Die Vorzüge des Optobusses gegenüber der herkömmlichen Leiterplattentechnik ergibt sich wie folgt:

1. Durch den Verzicht auf oder zumindest erheblich geringeren Bedarf an wertvollen Rohstoffen, wie Kupfer und Gold für den Kontaktapparat und dafür den Einsatz preiswerter Rohstoffe wie z.B. Aluminium (Leiterbahnen/Kühlung, Verspiegelung) und Glas bzw. Kunststoff für die Lichtleiterplatte, lassen sich die Materialkosten drastisch verringern.
2. Für neue Rechnerkonfigurationen muß nicht jeweils ein neues Leiterplatten-Lay-Out erstellt werden, hingegen ist nur einmalig eine Koppelfensteranordnung für eine bestimmte Koppelstellenanzahl zu entwickeln.
3. Durch weitgehenden Wegfall eines elektrischen Kontaktapparates kann eine erheblich dichtere Packung der Bauelemente erfolgen.
4. Mit zunehmender Wortbreite von Rechnerkomponenten wird die Verwendung optischer Übertragungstechniken auch bei den noch niedrigen externen Quantenwirkungsgraden von 3% bis 5% für derzeit verfügbare optische Emitter (LED) zu einer Verringerung der Verlustleistung im Bereich der Bus-Treiber-Logik-Elemente führen.
5. Da externe Signalleiterbahnen fehlen, können dort auch keine Störungen durch elektro-magnetische Wechselfelder auftreten und wegen der kleinen Weglängen der noch verbleibenden Chipleiterbahnen ergeben sich nur noch sehr kleine Induktionsströme, die sich durch ein geeignetes Chip-Lay-Out zudem weitgehend kompensieren lassen. Diese Tatsache wird

die Betriebsicherheit von Rechnerkomponenten bei schwierigen Umweltbedingungen verbessern helfen.

6. Werden die Koppelstellen mit steckbaren Fassungen für die Bus-Teilnehmer und lösbarer Koppelzwischenschichten ausgestattet, so können z.B. Rechnersysteme auch auf Platinen-Ebene nachträglich umkonfiguriert werden.

Literatur:

1/ DIN 66264: Mehrprozessor-Steuersystem für Arbeitsmaschinen (MPST) Parallelbus, Teil 1, Deutsches Institut für Normung e.V. (Berlin: Beuth, 1983)

5

2/ Flik, T.; Liebig, H.: 16-Bit-Mikroprozessorsysteme (Berlin: Springer, 1982)

10 3/ Kind, R.: IIC-BUS: Verteilte Intelligenz auch in Geräten, Elektronik (1981) Bd.7, 89-94

15 4/ Offenlegungsschrift, DE 3012105 A1: Daten-Dialogsystem, Deutsches Patentamt, Int.Cl.:H04 B9/00 (Offenlegungstag: 15.10.81)

20 5/ Unger, H.G.: Planar Optical Waveguides and Fibres (Oxford: Clarendon, 1977)

25 6/ Rosenberger, D.: Microoptic Passive Devices for Multimode Optical Fiber Communication Systems, Siemens Forsch.- u. Entw.- Ber. Bd.8 (1979) Nr.3

7/ Winstel, G.; Weyrich, C.: Optoelektronik I, Halbleiter-Elektronik (Berlin: Springer, 1980)

-20-

- Leerseite -

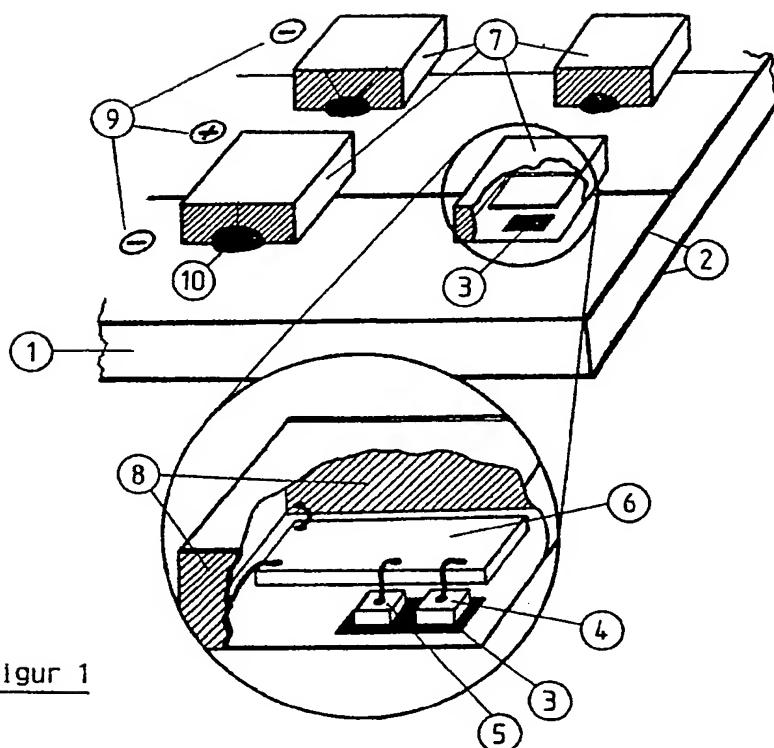
23-

Nummer:
Int. Cl. 3:
Anmeldetag:
Offenlegungstag:

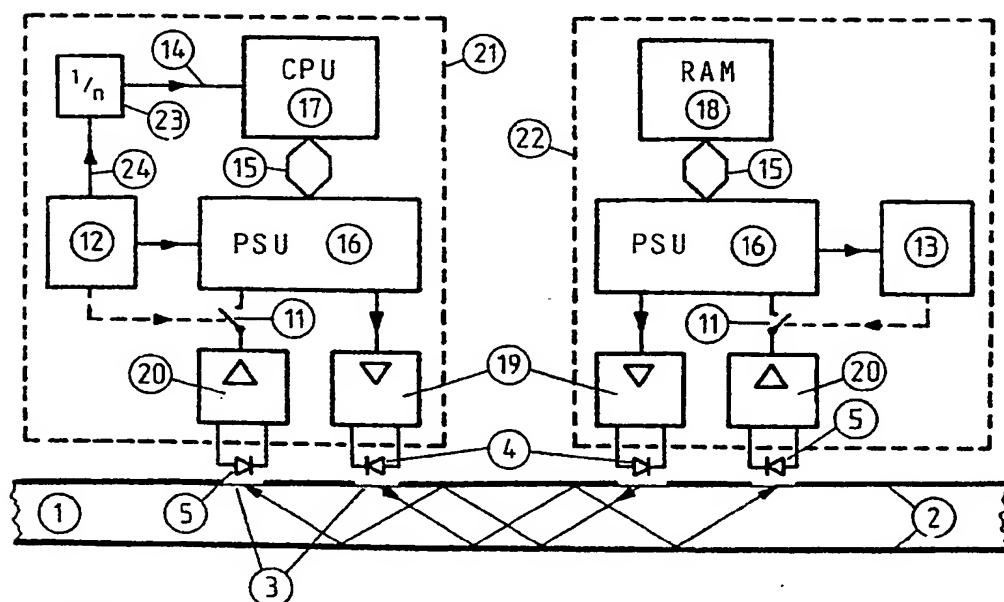
34 00 480
G 02 B 6/28
9. Januar 1984
5. September 1985

- 21 -

3400480



Figur 1

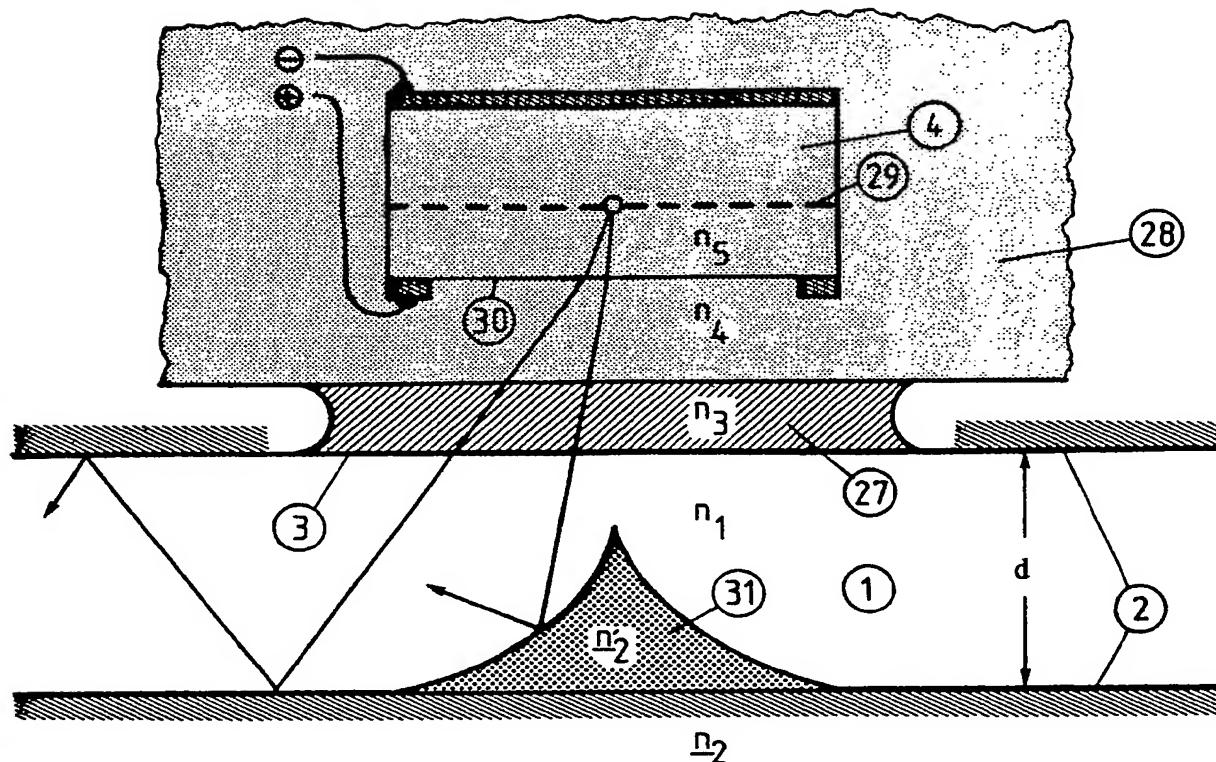


Figur 2

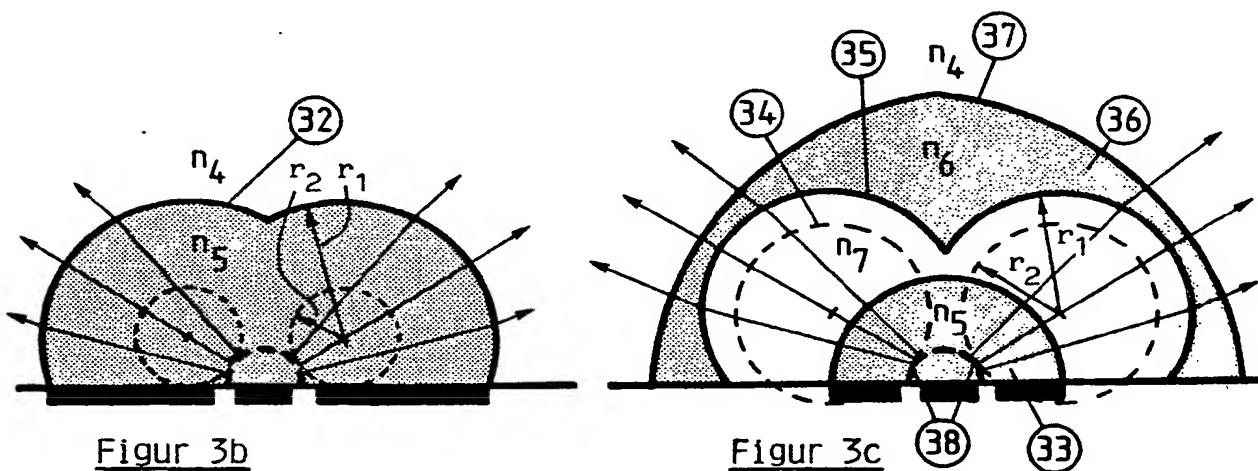
00000000

- 22 - - 21 -

3400480



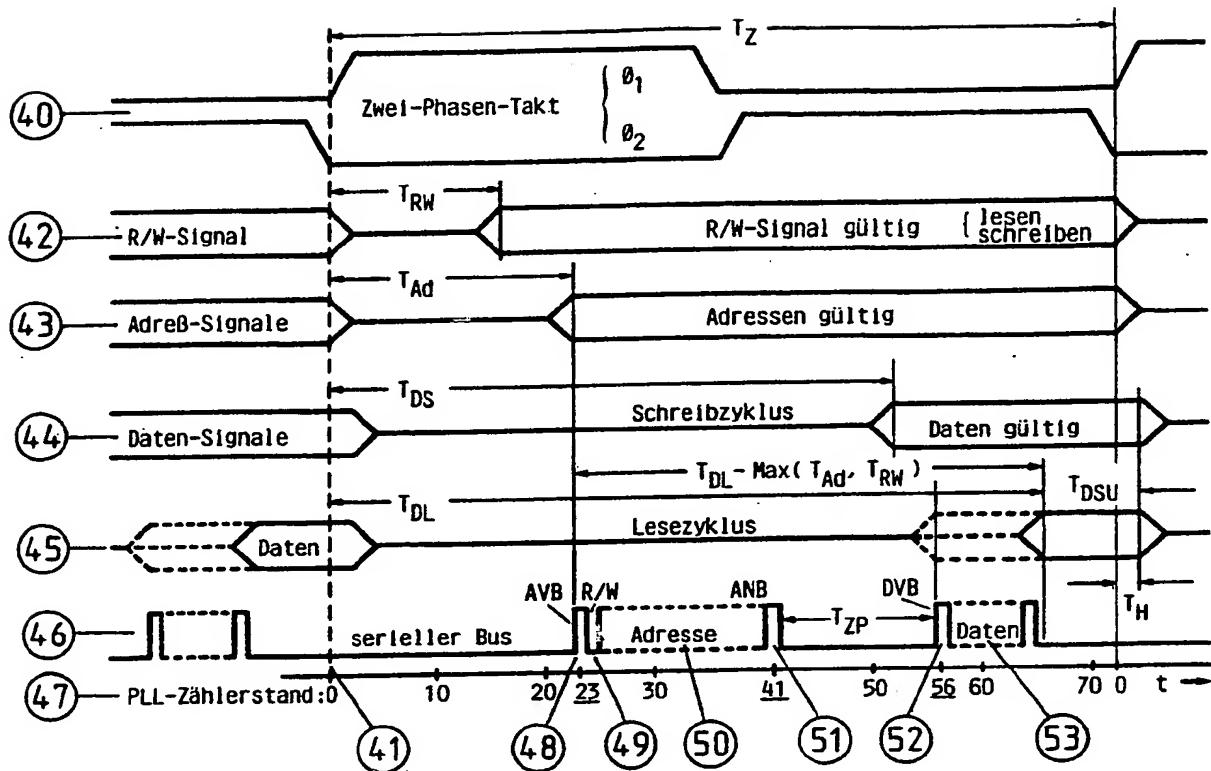
Figur 3a



Figur 3b

Figur 3c

BEST AVAILABLE COPY



Figur 4